

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
25. März 2004 (25.03.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/025836 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: H03L 7/08

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/008844

(22) Internationales Anmeldedatum:
8. August 2003 (08.08.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 39 099.1 26. August 2002 (26.08.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): INFINEON TECHNOLOGIES AG [DE/DE]; St.-
Martin-Strasse 53, 81669 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): OBERLE, Hans-Di-
eter [DE/DE]; Edelweissstrasse 82, 82178 Puchheim (DE).
SATTLER, Sebastian [DE/DE]; Severinstrasse 5, 81541
München (DE).

(74) Anwalt: BANZER, Hans-Jörg; Kraus & Weisert,
Thomas-Wimmer-Ring 15, 80539 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): SG, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

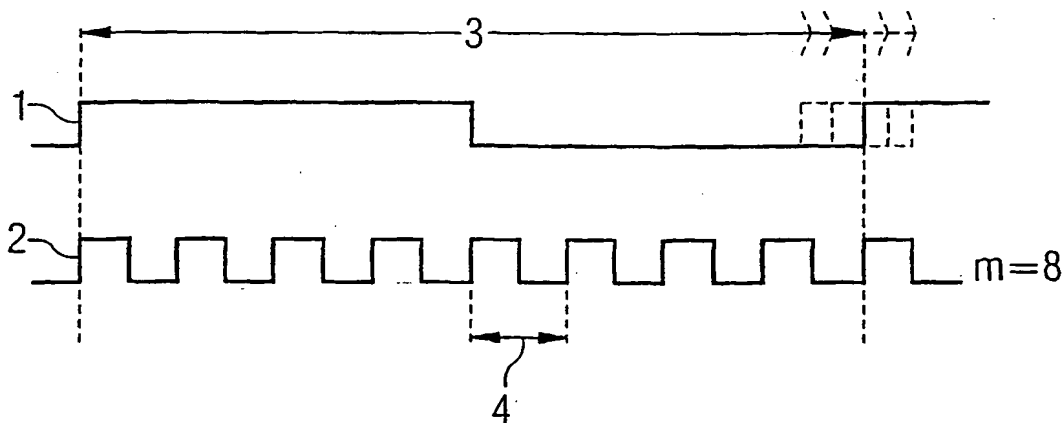
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR DETECTING PERIOD LENGTH FLUCTUATIONS OF PERIODIC SIGNALS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ERFASSEN VON PERIODENDAUERSCHWANKUNGEN PE-
RIODISCHER SIGNALE



(57) Abstract: In known methods, in order to determine the period length (3) of a first signal (1), said length is measured by counting the periods of a second signal (2) with a shorter period length (4). The measurement result (m) is dependent both on fluctuations of the period length (3) of the first signal (1) and also on the accumulated fluctuations of the period length (4) of the second signal (2). In order to measure the fluctuations of the period length (3) of the first signal (1), whilst also taking into account the fluctuations of the period length (4) of the second signal (2), the measurement is carried out for two different values of the period length (4) of the second signal (2). Both the fluctuations of the period length (3) of the first signal (1) and the accumulated fluctuations of the period length (4) of the second signal (2) can be calculated independently of one another from said two values. The method enables, in particular, the period length fluctuations of a first signal (1) that originates from a phase-locked loop (5) to be detected.

(57) Zusammenfassung: Zur Bestimmung der Periodendauer (3) eines ersten Signals (1) ist es bekannt, diese durch Zählen von Perioden eines zweiten Signals (2) mit geringerer Periodendauer (4) zu messen. Das Messergebnis (m) hängt sowohl von Schwankungen der Periodendauer (3) des ersten Signals (1)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

als auch von den akkumulierten Schwankungen der Periodendauer (4) des zweiten Signals (2) ab. Um die Schwankungen der Periodendauer (3) des ersten Signals (1) auch bei nicht zu vernachlässigenden Schwankungen der Periodendauer (4) des zweiten Signals (2) messen zu können, wird die Messung erfindungsgemäß für zwei verschiedene Werte der Periodendauer (4) des zweiten Signals (2) durchgeführt. Aus diesen beiden Werten können voneinander unabhängig sowohl die Schwankungen der Periodendauer (3) des ersten Signals (1) als auch die akkumulierten Schwankungen der Periodendauer (4) des zweiten Signals (2) berechnet werden. Mit Hilfe des Verfahrens können insbesondere die Periodendauerschwankungen eines von einem Phasenregelkreis (5) stammenden ersten Signals (1) erfasst werden.

10/525163
DT01 Rec'd PCT/PTC 22 FEB 2005

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zum Erfassen von Periodendauerschwankungen periodischer Signale

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Erfassen von Periodendauerschwankungen eines periodischen ersten Signals und/oder eines periodischen zweiten Signals, wobei die Periodendauer des zweiten Signals kleiner als die des ersten Signals ist und eine Referenzanzahl von Perioden des zweiten Signals ermittelt wird, die während einer bestimmten Anzahl von Perioden des ersten Signals auftreten.

Bei periodischen Signalen treten nachteiligerweise auch Schwankungen der Periodendauer auf. Dies kann beispielsweise in der Digitaltechnik dazu führen, dass flankengesteuerte Vorgänge zu früh oder zu spät ausgelöst werden und Fehlfunktionen auftreten. Wenn beispielsweise bei einer seriellen Datenübertragung zur Datenrückgewinnung in einem festgelegten Takt der analoge Wert oder der digitale Zustand einer Leitung abgetastet werden muss, können Periodendauerschwankungen des Abtasttakts dazu führen, dass Fehler bei der Datenrückgewinnung auftreten, da die Abtastung zu einem falschen Zeitpunkt durchgeführt wird.

Zur Messung der Schwankungen der Periodendauer eines periodischen ersten Signals ist es bekannt, die Dauer einer Periode des ersten Signals wiederholt mit Hilfe eines periodischen zweiten Signals zu messen, dessen Periodendauer geringer als die Periodendauer des ersten Signals ist. Dabei wird eine Referenzanzahl von Perioden des zweiten Signals ermittelt, die während einer Periode des ersten Signals auftreten bzw. diese einer Periode einbeschrieben werden können. Die Periodendauer des ersten Signals entspricht dabei der Referenzanzahl multipliziert mit der Periodendauer des zweiten Signals. Dabei tritt ein Quantisierungsfehler auf, da die Periodendauer des

ersten Signals nur mit einer ganzzahligen Anzahl von Perioden des zweiten Signals aufgelöst wird, wobei der Quantisierungsfehler mit sinkender Periodendauer des zweiten Signals sinkt. Weiterhin wirken sich auch Periodendauerschwankungen des zweiten Signals auf die Messung aus, wobei sich in Bezug auf das zweite Signal die akkumulierten Periodendauerschwankungen bemerkbar machen, das in einem Messzeitraum sich die Periodendauerschwankungen der Referenzanzahl an Perioden des zweiten Signals addieren. Die Periodendauerschwankungen des zweiten Signals wirken sich also umso stärker auf das Messergebnis aus, je größer die Referenzanzahl ist.

In Figur 1 ist das Grundprinzip dieses Messverfahrens dargestellt. Dabei wird eine Referenzanzahl m an Perioden des zweiten Signals 2 ermittelt, die in eine Periode des ersten Signals 1 einbeschrieben werden können. Die Periodendauer des ersten Signals 1 ist mit der Bezugsziffer 3 versehen und unterliegt Periodendauerschwankungen, die gestrichelt dargestellt sind. Um die Periodendauerschwankungen des ersten Signals 1 zu erfassen, wird bekannterweise ein Signal 2 mit sehr geringen Periodendauerschwankungen verwendet, so dass die Periodendauer von einzelnen Perioden des ersten Signals 1 mit hoher Genauigkeit gemessen werden kann. Wenn umgekehrt das Signal 1 mit einer hohen Genauigkeit und sehr geringen Periodendauerschwankungen vorliegt, können die akkumulierten bzw. aufsummierten Periodendauerschwankungen des zweiten Signals erfasst werden. Durch mehrfache Messungen von Referenzanzahlen m können somit die Periodendauerschwankungen des ersten Signals oder die akkumulierten Periodendauerschwankungen des zweiten Signals gemessen werden, abhängig davon, welches Signal mit hoher Genauigkeit bzw. mit geringen Periodenschwankungen vorliegt.

Nachteiligerweise erfordert dies jedoch zumindest ein hochgenaues Signal mit sehr geringer Periodendauerschwankung.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zu schaffen, mit denen Periodendauerschwankungen eines periodischen ersten Signals durch Zählen einer einer Periode des ersten Signals einbeschreibbaren Referenzanzahl von Perioden eines höherfrequenten periodischen zweiten Signals mit geringem Aufwand zu schaffen, wobei keine hochgenauen Referenzsignale benötigt werden.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst. Die Unteransprüche definieren jeweils bevorzugte und vorteilhafte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird die Referenzanzahl von Perioden des zweiten Signals ermittelt, die einer oder mehrerer Perioden des ersten Signals einbeschreibbar sind. Die Messung dieser Referenzanzahl wird dabei für zwei verschiedene Periodendauern des zweiten Signals durchgeführt. Abhängig von der Periodendauer des zweiten Signals ändert sich auch die Referenzanzahl und der Einfluss der Periodendauerschwankungen des zweiten Signals auf die Genauigkeit der Messung.

In Figur 2 ist für ein erstes Signal mit einer gegebenen Periodendauer über die Referenzanzahl m die Standardabweichung σ mehrerer Messungen der Periodendauer des ersten Signals 1 durch Zählen einbeschreibbarer Perioden des zweiten Signals 2. Die Standardabweichung σ bezieht sich somit auf den Gesamtfehler der Messung, der sowohl von Periodendauerschwankungen des ersten Signals 1 als auch von der akkumulierten Periodendauerschwankung des zweiten Signals 2 abhängt. Die Referenzanzahl m ist proportional abhängig zum Kehrwert der Periodendauer 4 des zweiten Signals 2. Die Standardabweichung σ wird als Maß für die Periodendauerschwankungen herangezogen.

Der Verlauf in Figur 2 kann in drei Bereiche A bis C eingeteilt werden. Im Bereich A wird auf Grund der geringen Referenzanzahlen m der Verlauf der Standardabweichung im Wesentlichen durch den Quantisierungsfehler bestimmt, der proportional zur Periodendauer 4 des zweiten Signals 2 bzw. umgekehrt proportional zur Referenzanzahl m ist. Im Bereich A fällt der Verlauf der Standardabweichung mit steigenden Referenzanzahlen m und erreicht im Bereich B sein Minimum.

10 Im Bereich B wird die Standardabweichung sowohl durch die Periodendauerschwankungen des ersten Signals 1 als auch des zweiten Signals 2 bestimmt. Bei steigendem Wert der Periodendauerschwankungen des ersten Signals 1 wird der Verlauf im Bereich des Minimums angehoben und verflacht.

15 Anschließend steigt der Verlauf der Standardabweichung mit steigenden Referenzanzahlen m an. Der Verlauf in diesem Bereich verhält sich im Wesentlichen proportional zur Quadratwurzel der Referenzanzahl m .

20 Erfindungsgemäß wird nun die Messung mehrfach für zwei verschiedene Werte der Periodendauer 4 des zweiten Signals 2 durchgeführt. Für eine bestimmte Referenzanzahl m berechnet sich die Standardabweichung σ für die Gesamtmessung gemäß

$$25 \quad \sigma^2 = a^2 + 2ay\rho + y^2$$

Für näherungsweise normal verteilte Periodendauerschwankungen σ_1 des ersten Signals 1 und σ_2 des zweiten Signals 2 kann ein Regressionskoeffizient r bestimmt werden gemäß

$$r = \rho \cdot x ,$$

wobei $x = y/a$, $y = \sigma_1$ und $a = \sigma_2 \cdot \sqrt{m}$ ist.

35 Die Berechnung der Standardabweichung σ für die gesamte Messung an den Stellen m_0 und $m > m_0$ führt auf die Gleichungen

$$\sigma = \sqrt{\sigma_0^2 + \sigma_2^2 m_0 \frac{m}{m_0} (1+2r)(1-A)} \quad \text{und}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma_0^2 / A - \sigma_1^2 (1-A) / A}$$

5

für die Periodendauerschwankungen der beiden Signale 1, 2 bzw. deren Standardabweichungen $\sigma_2 \cdot \sqrt{m_0}$ gleich den akkumulierten Periodendauerschwankungen des zweiten Signals 2 und die Periodendauerschwankungen bzw. die Standardabweichung des ersten Signals gleich σ_1 in Abhängigkeit der gemessenen Größen m_0 , σ_0 und m , σ . Der Regressionskoeffizient A ist zusammengesetzt aus den Regressionskoeffizienten m_0 , r_0 und m , r . Dabei berechnet sich A

15

$$A = \left(\frac{m_0}{m} \right) \left(\frac{1+2r_0}{1+2r} \right)$$

Im folgenden sind für mehrere Verhältnisse von m zu m_0 die sich daraus ergebenden Regressionskoeffizienten angegeben.

m/m_0	1,69	2,0	2,47	4,0
\bar{r}	0,0323	0,0189	0,0094	0,0009
$\bar{r}_0 = 0,1601$				
\bar{A}	0,7361	0,6387	0,5267	0,331

20

Zur Veranschaulichung ist in Figur 3 ein Diagramm dargestellt, in dem nach rechts die Standardabweichung σ_B der Gesamtmessung für eine erste Periodendauer des zweiten Signals 2 und nach oben die Standardabweichung σ_C der Gesamtmessung für eine zweite geringere Periodendauer des Signals 2 aufgetragen ist. Ein bestimmter Punkt in diesem Diagramm gibt für bestimmte Werte der Standardabweichung σ_1 der Periodendauerschwankung des ersten Signals 1 und der akkumulierten Standardabweichung $\sigma_2 \sqrt{m}$ der Periodendauerschwankungen des zweiten Signals 2 die Werte für die Standardabweichungen σ_B und

30

σ_c des Gesamtmessfehlers wieder, die sich bei Durchführung der Messung mit den zwei verschiedenen Periodendauern 4 des zweiten Signals 2 einstellen. In dem Diagramm sind beispielhaft zwei Gruppen von Linien eingezeichnet, die die Standardabweichungen der Gesamtmessung für die beiden Periodendauern des zweiten Signals 2 bei konstanter Standardabweichung σ_1 der Periodenschwankung des ersten Signals 1 bzw. bei konstanter Standardabweichung $\sigma_2\sqrt{m}$ der akkumulierten Periodendauerschwankungen des zweiten Signals 2 darstellen.

10

Die im Wesentlichen waagrecht und gerade verlaufende Kurvenschar bezeichnet den Fall, dass die Standardabweichung der akkumulierten Periodendauerschwankungen des zweiten Signals 2 konstant ist, wobei mit dem nach oben gerichteten Pfeil, der mit $\sigma_2\sqrt{m}$ gekennzeichnet ist, die Richtung angegeben ist, in der die Standardabweichung der akkumulierten Periodendauerschwankungen des zweiten Signals 2 ansteigt.

15

Die andere im Wesentlichen senkrecht verlaufende und oben gekrümmte Kurvenschar stellt den Fall dar, dass die Standardabweichung der Periodendauerschwankungen des ersten Signals 1 konstant ist, wobei der nach rechts gerichtete Pfeil, der mit σ_1 gekennzeichnet ist, die Richtung angibt, in der die Standardschwankungen der Periodendauer des ersten Signals 1 ansteigt. Zusätzlich ist eine durch den Ursprung gehenden im Wesentlichen winkelhalbierende Hilfsgerade eingezeichnet, deren Steigung der Kehrwert der Wurzel des Regressionskoeffizienten A ist und die die Asymptote für die Kurvenschar für konstante Standardabweichung σ_1 der Periodendauerschwankung des ersten Signals 1 darstellt.

20

25

30

Erfindungsgemäß können nun für 2 Werte σ_B und σ_C der Standardabweichung der Gesamtmessung für zwei verschiedene Periodendauern 4 des zweiten Signal 2 in dem Diagramm die Werte für die Standardabweichung der Periodendauerschwankungen des ersten Signals 1 sowie die Standardabweichung der akkumulierten Periodendauerschwankungen des zweiten Signals 2 abgelesen

35

werden. Dazu werden aus den beiden Kurvenscharen die Kurven $\sigma_1 = \text{konstant}$ und $\sigma_2 \cdot \sqrt{m} = \text{konstant}$ ausgewählt, deren Schnittpunkt den gewünschten Ort in der Ebene σ_B , σ_C markiert. Diese Werte können auch rechnerisch bestimmt werden nach den Gleichungen

$$\sigma_{acc} = \sigma_2 \sqrt{m_0} = \sqrt{\frac{\sigma^2 - \sigma_0^2}{\frac{m}{m_0} (1 + 2r)(1 - A)}}$$

$$\sigma_1 = \sqrt{\frac{\sigma^2 A}{1 - A}}$$

10

Mit Hilfe der Messung mit zwei verschiedenen Periodendauern des zweiten Signals 2 können somit die Periodendauerschwankungen sowohl des ersten Signals 1 sowie in akkumulierter Form des zweiten Signals 2 getrennt voneinander berechnet werden. Dies bedeutet, dass vorteilhafterweise kein hochgenaues Referenzsignal mit besonders geringen Periodendauerschwankungen erforderlich ist.

15

Auf diese Weise kann die Periodendauerschwankung des ersten Signals und/oder des zweiten Signals mit geringem Aufwand ermittelt werden, wodurch auch die kostengünstige Implementierung des erfindungsgemäßen Verfahrens als Selbsttestroutine in integrierten Halbleitern möglich wird. Beispielsweise bietet sich dies bei Phasenregelkreisen an, um die Periodendauerschwankungen des Ausgangssignals überprüfen zu können. Ein derartiger Phasenregelkreis kann beispielsweise bei der Datenübertragung zur Datenrückgewinnung beispielsweise in DSL-Datenübertragungssystemen eingesetzt sein.

25

Für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es grundsätzlich unerheblich, wie oft die Messung durchgeführt wird. Da es sich bei der Auswertung der Standardabweichung als Maß für Periodendauerschwankungen um ein statistisches Verfahren handelt, werden vorteilhafterweise die Messungen

30

für die zwei verschiedenen Periodendauern des zweiten Signals 2 oft wiederholt, um zuverlässigere Werte zu erzielen. Das Verfahren kann dabei von einem Mikroprogramm gesteuert selbstständig in einem integrierten Schaltkreis oder einer entsprechenden Vorrichtung ablaufen, beispielsweise beim Einschalten.

Bislang ist der Fall beschrieben worden, dass die Messung für nur zwei verschiedene Periodendauern 4 für das zweite Signal 2 durchgeführt wird. Daneben ist es jedoch auch denkbar, für drei oder mehr verschiedene Werte für die Periodendauer 4 des zweiten Signals 2 die Messung durchzuführen, wodurch sich andere Gleichungen ergeben und sich u.U. ein überbestimmtes Gleichungssystem ergibt, aus dem eine Optimierungsaufgabe abgeleitet werden kann, bei der beispielsweise nach dem Verfahren der kleinsten Fehlerquadrate die Werte für die Periodendauerschwankung des ersten Signals 1 und der akkumulierten Periodendauerschwankung des zweiten Signals 2 ermittelt werden können.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung näher erläutert.

Figur 1 zeigt die zeitlichen Verläufe eines ersten und eines zweiten Signals mit verschiedenen Periodendauern,

Figur 2 zeigt den Verlauf der Standardabweichung der Messung der Periodendauer eines Signals mit Hilfe der Zählung von Perioden des zweiten Signals mit geringerer Periodendauer,

Figur 3 zeigt für verschiedene Kombinationen der Periodendauerschwankung des ersten und des zweiten Signals die sich bei Messung bei verschiedenen Periodendauern des zweiten Signals ergebenden Werte, und

Figur 4 zeigt den schematischen Schaltungsaufbau einer Vorrichtung zur Berechnung der Periodendauerschwankungen beider Signale.

5 In Figur 1 ist grundsätzlich der Verlauf eines periodischen ersten Signals 1 und eines periodischen zweiten Signals 2 dargestellt, wobei das erste Signal 1 eine Periodendauer 3 aufweist, die länger als die Periodendauer 4 des zweiten Signals 2 ist. Die Periodendauer 3 des ersten Signals 1 soll
10 durch Auszählen der Perioden des zweiten Signals 2, die während der Periodendauer 3 des ersten Signals 1 auftreten, ermittelt werden. Die Anzahl dieser Perioden wird im folgenden als m bezeichnet. Im dargestellten Fall beträgt $m = 8$.

15 Die Periodendauer 3 des ersten Signals 1 ist dabei gewissen Schwankungen unterworfen, wie es gestrichelt angedeutet ist. Gleichermäßen unterliegt auch die Periodendauer 4 des zweiten Signals 2 gewissen Schwankungen, die in Figur 1 jedoch nicht dargestellt sind.

20 Im folgenden soll der Fall betrachtet werden, dass die mittlere Periodendauer des ersten Signals 1 im Wesentlichen konstant ist und mit Hilfe eines in der Periodendauer 4 einstellbaren zweiten Signals 2 gemessen werden soll. Bei Ver-
25 ringern der Periodendauer 4 des zweiten Signals 2 bzw. Erhöhen der Frequenz des zweiten Signals 2 erhöht sich notwendigerweise die Anzahl m , die als Referenzanzahl bezeichnet wird.

30 In Figur 2 ist der Verlauf des Fehlers bei dieser Periodendauermessung über die Referenzanzahl aufgetragen, die wiederum umgekehrt proportional zur Periodendauer 4 des zweiten Signals 2 ist. Als Maß für den Fehler bei der Ermittlung der Periodendauerschwankung nach dem vorgenannten Verfahren wird
35 in Figur 2 und im folgenden die Standardabweichung σ des Messergebnisses aufgetragen, die sich bei wiederholter Durchführung der Messung ergibt. In Figur 2 ist der Verlauf in

drei Bereiche A, B, C aufgeteilt. Im Bereich A ist die Periodendauer 4 des zweiten Signals 2 hoch, so dass sich kleine Werte m ergeben und somit die Standardabweichung σ maßgeblich vom Quantisierungsfehler bestimmt wird, der sich umgekehrt proportional zur Referenzanzahl m verhält. Dementsprechend fällt der Verlauf für σ im Bereich A mit steigendem m . Im Bereich B besitzt der Verlauf der Standardabweichung ein Minimum, wobei in diesem Bereich die Standardabweichung im Wesentlichen gleichermaßen von den Periodendauerschwankungen des ersten Signals 1 als auch den Periodendauerschwankungen des zweiten Signals 2 abhängt. Im Falle der Periodendauerschwankungen des zweiten Signals 2 ist festzustellen, dass es sich immer um die akkumulierten Periodendauerschwankungen handelt, da während einer Messdauer mehrere Perioden des zweiten Signals 2 auftreten, deren Periodendauerschwankungen sich addieren.

Mit steigender Referenzanzahl m bzw. sinkender Periodendauer 4 des zweiten Signals 2 steigt im Bereich C der Verlauf der Standardabweichung wieder an, da bei hoher Referenzanzahl m bzw. hoher Anzahl gezählter Perioden des zweiten Signals 2 der Einfluss der Periodendauerschwankungen des zweiten Signals 2 zunimmt. In diesem Bereich verhält sich der Verlauf ungefähr proportional zur Quadratwurzel der Referenzanzahl m .

Zur Durchführung der Messung werden nun zwei Periodendauern bestimmt, wobei die erste Periodendauer so bestimmt wird, dass die entsprechende Referenzanzahl m bei der Messung beim Minimum des Verlaufs der Standardabweichung σ im Bereich B liegt und der zweite Wert der Periodendauer geringer ist und im Bereich C liegt. Für die beiden Werte der Periodendauer 4 des zweiten Signals 2 wird nun die Periodendauermessung für das erste Signal 1 mehrfach durchgeführt und zwei Werte für die Standardabweichung σ_B und σ_C ermittelt, wobei σ_B der Wert der Standardabweichung ist, der für die im Bereich B liegende Referenzanzahl m ermittelt wurde. Entsprechendes gilt für den Wert σ_C .

In Figur 3 ist wie zuvor bereits beschrieben ein Diagramm dargestellt, dessen Ebene von den Werten für σ_B und für σ_C aufgespannt wird. In dieser Ebene sind anhand zweier beispielhafter Kurvenscharen die Orte angegeben, die sich in der Ebene von σ_B und σ_C für bestimmte Wertekombinationen für die Standardabweichung σ_1 der Periodendauerschwankung des Signals 1 und die Standardabweichung $\sigma_2 \cdot \sqrt{m}$ der akkumulierten Periodendauerschwankungen des zweiten Signals 2 ergeben.

Die im Wesentlichen waagrecht und gerade verlaufende Kurvenschar bezeichnet die Ortskurven, auf denen die Standardabweichung $\sigma_2 \cdot \sqrt{m}$ der Periodendauerschwankung des zweiten Signals 2 konstant ist, wohingegen die im Wesentlichen senkrechte und oben gekrümmt verlaufende Kurvenschar die Orte angibt, auf denen die Standardabweichung σ_1 der Periodendauerschwankung des ersten Signals 1 konstant ist. Der nach rechts gerichtete und mit σ_1 bezeichnete Pfeil gibt die Richtung an, in der die Kurven mit höherer Standardabweichung der Periodendauerschwankung des ersten Signals 1 liegen. Entsprechendes gilt für den nach oben gerichteten und mit $\sigma_2 \cdot \sqrt{m}$ bezeichneten Pfeil für steigende Werte der Standardabweichung der akkumulierten Periodendauerschwankung des zweiten Signals 2.

Zur graphischen Lösung kann in diesem in Figur 3 dargestellten Diagramm der Ort markiert werden, der sich aus den beiden gemessenen Werten für σ_B und σ_C für die beiden unterschiedlichen Periodendauern des zweiten Signals 2 ergibt. Anschließend wird ermittelt, welche zwei Kurven der beiden Kurvenscharen sich in diesem Ort schneiden und kann davon abhängig der Wert σ_1 für die Standardabweichung der Periodendauerschwankungen des ersten Signals 1 und der Wert $\sigma_2 \cdot \sqrt{m}$ für die akkumulierten Periodendauerschwankungen des zweiten Signals 2 ermittelt werden.

In Figur 4 ist eine rechnerische Lösung dargestellt, wobei der Fall behandelt werden soll, dass das erste Signal 1 das

Ausgangssignal eines Phasenregelkreises 5 ist und das zweite Signal 2 das Ausgangssignal eines Referenzoszillators 6 ist, dessen Periodendauer bzw. Frequenz eingestellt werden kann bzw. zumindest zwischen zwei Werte umgeschaltet werden kann.

5 Von den beiden Signalen 1, 2 wird ein Zähler 7 beaufschlagt, der die Anzahl von Perioden des zweiten Signals 2 zählen kann, die in eine Periode des ersten Signals 1 einbeschreibbar sind bzw. während dieses Zeitraums auftreten. Der in Figur 4 dargestellten Schaltungsanordnung ist weiterhin eine

10 nicht dargestellte Steuereinrichtung zugeordnet, die die verschiedenen Komponenten in geeigneter Weise ansteuert. Von dem Zähler 7 werden für die zwei verschiedenen Werte für die Periodendauer des zweiten Signals 2 die Messungen durchgeführt und an einen Statistikblock 8 weitergeleitet, in dem die sta-

15 tistische Auswertung erfolgt. Dazu wird in dem Statistikblock 8 für die zwei verschiedenen Periodendauern des zweiten Signals 2 jeweils die Standardabweichung der Messergebnisse bzw. der vom Zähler 7 ermittelten Zählerstände gebildet. Der Statistikblock 8 ermittelt somit die beiden Werte σ_B und σ_C , die

20 er an eine Auswerteschaltung 9 weiterleitet. Diese berechnet aus den beiden Werten σ_B und σ_C die quadrierte Standardabweichung bzw. Varianz σ_1^2 und σ_2^2 für das erste Signal 1 bzw. das zweite Signal 2. Dabei wird im Auswerteblock 9 die Referenzanzahl m berücksichtigt und werden zusätzlich zwei Reg-

25 ressionskoeffizienten C_B und C_C herangezogen, die rechnerisch oder experimentell zuvor bestimmt worden sind und in der Vorrichtung hinterlegt sind.

Die in Figur 4 dargestellte Einrichtung kann beispielsweise

30 in einem integrierten Schaltkreis implementiert sein und als Selbsttesteinheit bei jeder Inbetriebnahme des integrierten Schaltkreises eine Abschätzung der Periodendauerschwankungen des ersten Signals 1 des Phasenregelkreises 5 durchführen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erfassen von Periodendauerschwankungen eines periodischen ersten Signals (1) und/oder eines periodischen
5 zweiten Signals (2), wobei die Periodendauer (4) des zweiten Signals (2) kleiner als die Periodendauer (3) des ersten Signals (1) ist und eine Referenzanzahl (m) der Perioden des zweiten Signals (2) erfasst wird, die im Zeitraum einer Bezugsanzahl von Perioden des ersten Signals (1) auftreten,
10 dadurch gekennzeichnet,
dass eine erste Referenzanzahl (m_0) bei einer ersten Periodendauer des zweiten Signals (2) und eine zweite Referenzanzahl (m) bei einer zweiten, von der ersten Periodendauer verschiedenen Periodendauer des zweiten Signals (2) ermittelt
15 wird, und abhängig von der ersten und zweiten Referenzanzahl (m , m_0) ein Maß für die Periodendauerschwankung des ersten Signals (1) und/oder des zweiten Signals (2) ermittelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
20 dadurch gekennzeichnet,
dass die Referenzanzahlen (m_0 , m) mehrmals ermittelt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
25 dass als Maß für Periodendauerschwankung eines Signals (1, 2) die Standardabweichung von Periodendauern des Signals (1, 2) ermittelt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
30 dadurch gekennzeichnet,
dass die erste Periodendauer des zweiten Signals (2) derart gewählt ist, dass der Einfluss der Periodendauerschwankung des ersten Signals (1) größer als der Einfluss der Periodendauerschwankung des zweiten Signals auf die erste Referenzanzahl
35 zahl (m_0) ist.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,
dass die zweite Periodendauer des zweiten Signals (2) derart
gewählt ist, dass der Einfluss der Periodendauerschwankung
des ersten Signals (1) kleiner als der Einfluss der Perioden-
5 dauerschwankung des zweiten Signals (2) auf die zweite Referenzanzahl (m) ist.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
10 dass die Bezugsanzahl von Perioden des ersten Signals (1) 1 ist.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
15 dass das erste Signal (1) das Ausgangssignal eines Phasenregelkreises (5) ist und das zweite Signal (2) das Ausgangssignal eines Referenzoszillators (6) ist.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
20 dadurch gekennzeichnet,
dass das Verfahren als Selbsttest in einem integrierten Halbleiter durchgeführt wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
25 dadurch gekennzeichnet,
dass zu Beginn der Ermittlung einer Referenzanzahl (m_0 , m) das erste Signal (1) und das zweite Signal (2) in Phase sind.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
30 dadurch gekennzeichnet,
dass die Periodendauerschwankung des ersten Signals (1) und/oder des zweiten Signals (2) zusätzlich in Abhängigkeit von zuvor ermittelten Regressionskoeffizienten (CA, CB) ermittelt wird.

35

11. Vorrichtung zum Erfassen von Periodendauerschwankungen eines periodischen ersten Signals (1) und/oder eines periodi-

schen zweiten Signals (2), wobei die Periodendauer (4) des zweiten Signals (2) kleiner als die Periodendauer (3) des ersten Signals (1) ist und die Vorrichtung derart eingerichtet ist, dass sie eine Referenzanzahl (m_0 , m) von Perioden des zweiten Signals (2) erfassen kann, die im Zeitraum einer Bezugsanzahl von Perioden des ersten Signals (1) auftreten, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung derart eingerichtet ist, dass sie eine erste Referenzanzahl (m_0) bei einer ersten Periodendauer des zweiten Signals (2) und eine zweite Referenzanzahl (m) bei einer zweiten, von der ersten Periodendauer verschiedenen Periodendauer des zweiten Signals (2) ermitteln kann und abhängig von der ersten Referenzanzahl (m_0) und der zweiten Referenzanzahl (m) ein Maß die Periodendauerschwankung des ersten Signals (1) und/oder des zweiten Signals (2) ermitteln kann.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung einen Referenzoszillator (6) zum Erzeugen des zweiten Signals (2) aufweist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung einen Phasenregelkreis (5) aufweist und derart eingerichtet ist, dass das Ausgangssignal des Phasenregelkreises (5) das erste Signal (1) ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung ein integrierter Halbleiter ist.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9 eingerichtet ist.

FIG 1

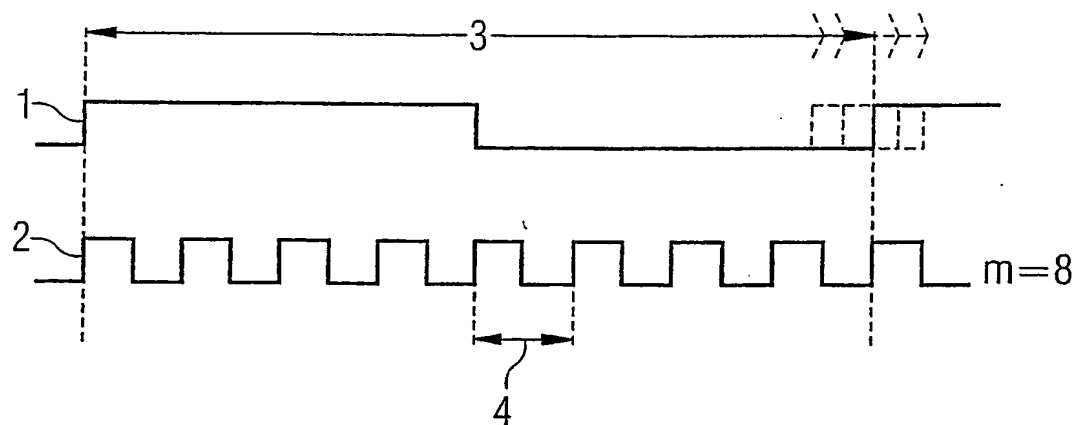


FIG 2

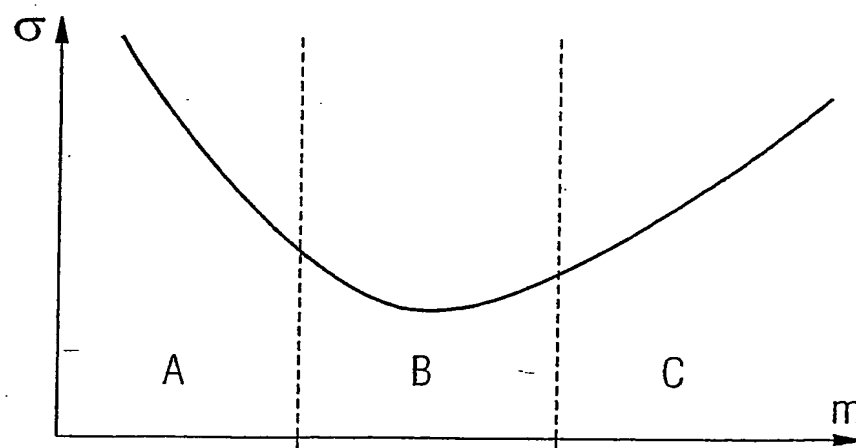


FIG 3

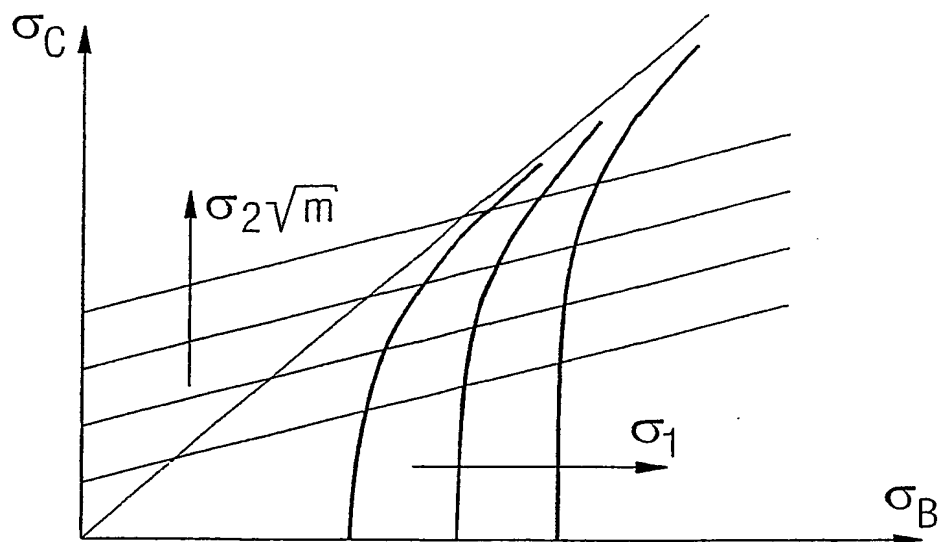
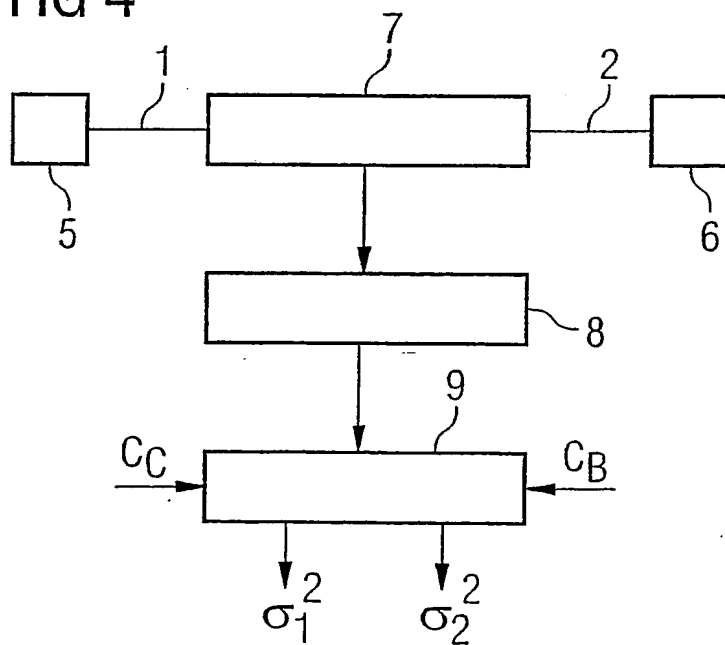


FIG 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/EP 03/08844

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H03L7/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H03L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 36 15 952 A (VICTOR COMPANY OF JAPAN) 13 November 1986 (1986-11-13) claims 1-4 -----	1, 11

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 December 2003

Date of mailing of the international search report

18/12/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Six, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/08844

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 3615952	A	13-11-1986	JP 1659250 C	21-04-1992
			JP 3024100 B	02-04-1991
			JP 61258534 A	15-11-1986
			DE 3615952 A1	13-11-1986
			US 4672329 A	09-06-1987

INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Internationales Zeichen

PCT/EP 03/08844

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H03L7/08

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H03L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 36 15 952 A (VICTOR COMPANY OF JAPAN) 13. November 1986 (1986-11-13) Ansprüche 1-4	1,11

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

9. Dezember 2003

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

18/12/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Six, G

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Patentamt

PCT/EP 03/08844

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3615952 A	13-11-1986	JP 1659250 C	21-04-1992
		JP 3024100 B	02-04-1991
		JP 61258534 A	15-11-1986
		DE 3615952 A1	13-11-1986
		US 4672329 A	09-06-1987